

Opole.19.03.2026

Prof. dr hab. inż. Aleksander Karolczuk
Katedra Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn
Wydział Mechaniczny
Politechnika Opolska

Recenzja

osiągnięć naukowych w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Arkadiusza Bednarza w dziedzinie nauki inżynierijno-technicznej, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

Recenzja opracowana na podstawie uchwały nr 01/01/2026/RDIMech Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej z dnia 21 stycznia 2026 oraz pisma prof. dra hab. inż. Andrzeja Burghardta, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej, znak pisma RM/531-03-05/25/2026 r. z dnia 22.01.2026.

1. Podstawowe dane o kandydacie - dr inż. Arkadiusz Bednarz

1.1. Stopień doktora

Kandydat dr inż. Arkadiusz Bednarz uzyskał stopień dr nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna na podstawie rozprawy pt. „Numeryczno-eksperymentalna analiza naprężeń oraz trwałości łopatek z uszkodzeniami w zakresie drgań rezonansowych” w dniu 25 września 2019 r nadany uchwałą rady Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej.

1.2. Informacja, czy kandydat ubiegał się uprzednio o stopień doktora habilitowanego

W przesłanej dokumentacji nie ma wzmianki o tym, że dr inż. Arkadiusz Bednarz ubiegał się uprzednio o stopień doktora habilitowanego.

1.3. Przebieg pracy naukowo-zawodowej

Na dorobek pracy naukowo-zawodowej kandydata dr inż. Arkadiusz Bednarz składają się następujące komponenty:

Studia inżynierskie ukończone na dwóch kierunkach, tj. Lotnictwo i Kosmonautyka na Politechnice Rzeszowskiej (rok uzyskania 2013) oraz Mechatronika na Uniwersytecie Rzeszowskim (rok uzyskania 2016)

Studia magisterskie na kierunku Lotnictwo i Kosmonautyka (Politechnika Rzeszowska) na podstawie pracy „Analiza wytrzymałościowa łopatki sprężarki silnika turbinowego” (rok uzyskania 2014)

Stopień doktora uzyskany w dyscyplinie inżynieria mechaniczna na podstawie rozprawy pt. „Numeryczno-eksperymentalna analiza naprężeń oraz trwałości łopatek z uszkodzeniami w zakresie drgań rezonansowych” w dniu 25 września 2019.

2014-2019 Asystent w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych w Katedrze Inżynierii Lotniczej i Kosmicznej Politechniki Rzeszowskiej

2019-obecnie Adiunkt w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych w Katedrze Inżynierii Lotniczej i Kosmicznej Politechniki Rzeszowskiej

15.02.2023 - 30.09.2023 pracownik w Boeing Poland jako doświadczony analityk naprężeń

01.10.2023 – 30.09.2024 pracownik w Safran Aircraft Engines Poland jako starszy inżynier analiz mechanicznych.

2. Obowiązujące przepisy prawa na dzień wszczęcia ocenianego postępowania habilitacyjnego, w tym obowiązujące kryteria oceny.

Zgodnie z art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jedn/ Dz. U. 2023 poz. 742 z późn. zm., dalej: ustawa), stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która

- 1) posiada stopień doktora;
- 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:
 - a) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 kryteria ewaluacji jakości działalności naukowej ust. 2 pkt 2 lit. a, lub
 - b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 kryteria ewaluacji jakości działalności naukowej ust. 2 pkt 2 lit. b, lub
 - c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;

3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Zgodnie z art. 221 ust. 8 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. p.s.w.n. obowiązkiem recenzenta komisji habilitacyjnej jest ocena, czy osiągnięcia naukowe osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2, i przygotowują recenzje. Zgodnie z wytycznymi Rady Doskonałości Naukowej (por. Recenzje w postępowaniach o awans naukowy. Poradnik, <https://www.rdn.gov.pl/dobre-praktyki.poradnik-recenzje-w-postepowaniach-o-awans-naukowy.html>, dostęp: 25.06.2025), pozytywna konkluzja opinii recenzenta powinna opierać się łącznie na dwóch przesłankach:

- potwierdzeniu spełnienia wymogu określonego w art. 219 ust. 1 pkt 1 ustawy (stopień doktora),
- oraz wyrażeniu pozytywnej oceny, o której mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 (s. 12 poradnika).

Zgodnie z dobrymi praktykami RDN zasadnicza konkluzja recenzji powinna opierać się przede wszystkim na ocenie osiągnięcia naukowego w rozumieniu art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy. Pozostałe elementy, takie jak aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej instytucji oraz osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne i popularyzujące naukę, podlegają odrębnemu omówieniu w recenzji, zgodnie z wymaganiami formalnymi postępowania.

3. Informacje o ocenianych osiągnięciach naukowych

3.1. Tytuł osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się w aktualnym postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Kandydat dr inż. Arkadiusz Bednarz wskazał osiągnięcie naukowe pt.: „**Ocena wpływu warunków pracy, geometrii i technologii wykonania na wytrzymałość zmęczeniową sprężarki z silnika lotniczego**” będące podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, w skład którego wchodzi:

- 1) monografia naukowa, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2a ustawy oraz
- 2) cykl powiązanych tematycznie 9 artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy oraz

- 3) 1 oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c ustawy.

3.2. Dane naukometryczne

Dane z przekazanej dokumentacji (raport z dnia 19.10.2025):

- Liczba cytowań: Google Scholar: 230 (w tym autocytowania), Scopus: 144 (w tym autocytowania) WoS: 101 (z wyłączeniem autocytowań)
- Indeks Hirscha: Google Scholar: 7, Scopus: 6, WoS: 6
- Sumaryczny impact factor (IF): nie podano
- Sumaryczna liczba punktów wymienionych prac, według listy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW), obecnie Ministerstwo Edukacji i Nauki (MEiN) dla czasopism punktowanych: 927. W przekazanej dokumentacji nie przedstawiono w sposób jednoznaczny sumarycznego Impact Factor dorobku Kandydata oraz nie podano danych współczynników po uzyskaniu ostatniego awansu.

3.3. Informacja o liczbie publikacji naukowych, monografii, rozdziałów w monografiach autorstwa lub współautorstwa kandydata, z podaniem również danych informacji po uzyskaniu ostatniego awansu naukowego

Kandydat Arkadiusz Bednarz wykazał jedną opublikowaną monografię naukową (habilitacyjną) po uzyskaniu stopnia doktora: Wpływ warunków pracy i technologii wykonania na wytrzymałość zmęczeniową łopatek sprężarki osiowej, wyd. I, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, ss. 233, ISBN: 978-83-7934-814-5.

Według bazy Scopus Arkadiusz Bednarz jest współautorem 5 publikacji przed uzyskaniem ostatniego awansu naukowego oraz 14 publikacji po uzyskaniu stopnia doktora.

3.4. Informacja o najważniejszych czasopismach, w ramach których kandydat publikował swoje prace naukowe

Kandydat Arkadiusz Bednarz publikował swoje prace w nielicznych międzynarodowych czasopismach o współczynniku wpływu (Impact Factor) nie przekraczającym 5:

- Scientific Report, 5-letni Impact factor: 4.3, Q1 w Multidisciplinary Sciences (Nature Portfolio)
- Applied System Innovation, 5-letni Impact factor: 4.0, Q2 w Engineering (MDPI)
- Energies, 5-letni Impact factor: 3.1, Q3 w Energy and Fuels (MDPI)
- Materials, 5-letni Impact factor: 3.5, Q3 w Multidisciplinary (MDPI)
- Applied Sciences-Basel, 5-letni Impact factor: 2.7, Q2 w Engineering , Multidisciplinary (MDPI)
- Advances in Science and Technology Research Journal, 5-letni Impact factor: 1.1, Q3 w Engineering, Multidisciplinary (Lublin Univ Technology, Poland)

3.5. Informacja, czy kandydat odgrywał wiodącą rolę w ramach powstawania współautorskich prac naukowych

Kandydat Arkadiusz Bednarz jest pierwszym autorem dziewięciu publikacji, w tym ośmiu opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora.

Na podstawie publikacji wchodzących w skład analizowanego cyklu, które zostały faktycznie udostępnione w sposób umożliwiający ich ocenę, oraz na podstawie dołączonych oświadczeń dotyczących udziału współautorów, można stwierdzić, że w większości przypadków udział Kandydata miał charakter dominujący.

W dwóch publikacjach Kandydat występuje jako jedyny autor, co jednoznacznie potwierdza jego samodzielność badawczą w tym zakresie.

Jednocześnie należy zaznaczyć, że ocena roli Kandydata w pozostałych publikacjach wskazanych w dorobku jest ograniczona, ze względu na braki w przekazanej dokumentacji lub brak pełnych tekstów niektórych prac. W związku z tym powyższa ocena odnosi się przede wszystkim do publikacji wchodzących w skład cyklu, które mogły zostać poddane analizie.

4. Ocena wskazanego przez kandydata osiągnięcia naukowego, w tym, czy stanowi ono znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny naukowej

Kandydat przedstawił trzy składniki osiągnięć naukowych, które będą ocenione osobno.

4.1. Monografia habilitacyjna

4.1.1. Charakterystyka monografii

Pierwszym elementem osiągnięcia naukowego wskazanego przez Kandydata jest autorska monografia pt. „Wpływ warunków pracy i technologii wykonania na wytrzymałość zmęczeniową łopatek sprężarki osiowej”, opublikowana przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Rzeszowskiej. Monografia liczy 233 strony i dotyczy zagadnień wytrzymałości zmęczeniowej elementów sprężarki osiowej silnika lotniczego, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu warunków pracy, właściwości materiałowych oraz technologii wytwarzania.

Głównym celem pracy była ocena wpływu szeregu czynników eksploatacyjnych i technologicznych na trwałość zmęczeniową łopatki sprężarki. W szczególności analizowano wpływ temperatury na właściwości zmęczeniowe materiału, zastosowanie modeli zmęczeniowych typu $\epsilon-N$, oddziaływanie obciążeń aerodynamicznych oraz sił odśrodkowych na stan naprężenia w łopatce, a także wpływ obróbki powierzchniowej i naprężeń szczątkowych na trwałość zmęczeniową elementu.

Zakres pracy obejmuje zarówno badania materiałowe, jak i analizy numeryczne z wykorzystaniem metody elementów skończonych. W pracy przedstawiono również procedurę rekonstrukcji geometrii łopatki z wykorzystaniem metod inżynierii odwrotnej, analizę stanu naprężenia przy różnych warunkach obciążenia oraz próbę oceny możliwości zastosowania technologii przyrostowych (SLM) w wytwarzaniu łopatek sprężarek.

Monografia obejmuje szeroki zakres zagadnień związanych z projektowaniem i analizą trwałości elementów maszyn przepływowych, łącząc aspekty materiałowe, technologiczne oraz obliczeniowe.

4.1.2. Ocena merytoryczna monografii

Monografia podejmuje ambitną próbę kompleksowego ujęcia zagadnienia trwałości zmęczeniowej łopatki sprężarki z uwzględnieniem wielu czynników eksploatacyjnych i technologicznych. Należy jednak wskazać szereg istotnych uwag dotyczących zarówno struktury pracy, jak i poprawności części analiz zmęczeniowych.

W pierwszej kolejności zwraca uwagę struktura pracy. W monografii znalazły się rozdziały prezentujące podstawowe zagadnienia wytrzymałości materiałów, mające charakter podręcznikowy. Zawierają one elementarną wiedzę znaną z kursów akademickich i nie wnoszą nowych treści naukowych. W monografii habilitacyjnej tego typu wprowadzenia powinny być ograniczone do minimum i odnosić się bezpośrednio do analizowanego problemu badawczego.

Najwięcej zastrzeżeń budzi rozdział poświęcony zagadnieniom zmęczenia materiałów. Zawarte w nim opisy są miejscami bardzo ogólne, a niektóre sformułowania są nieprecyzyjne lub błędne. Dotyczy to m.in. sposobu prezentacji podstaw obliczeń zmęczeniowych oraz interpretacji wykresów zmęczeniowych. W pracy pojawiają się również nieścisłości terminologiczne, jak np. interpretacja zależności pomiędzy składowymi odkształceniami sprężystego i plastycznego jako „średniej arytmetycznej”, podczas gdy w rzeczywistości zależność ta wynika z sumy amplitud obu składowych odkształceń.

Podobne uwagi dotyczą interpretacji modeli materiałowych stosowanych w analizie zmęczeniowej. W pracy wprowadzono równanie Ramberga-Osgooda w odniesieniu do przyrostów odkształcenia, podczas gdy klasyczna postać tego modelu odnosi się do amplitud naprężenia i odkształcenia. Wskazuje to na nieścisłości w prezentacji podstawowych modeli materiałowych wykorzystywanych w analizie zmęczeniowej.

Wątpliwości budzi również sposób wyznaczania parametrów modeli zmęczeniowych. Autor wykorzystuje uproszczone zależności pozwalające estymować stałe równania Mansona-Coffina-Basquina oraz Ramberga-Osgooda na podstawie parametrów statycznych i twardości materiału. Następnie przeprowadzona w pracy weryfikacja wskazuje na znaczne rozbieżności pomiędzy wynikami modeli a wynikami badań eksperymentalnych, co ogranicza wartość predykcijną zastosowanej procedury identyfikacji parametrów materiałowych.

Istotne wątpliwości budzi także przyjęte w pracy założenie o równoważności materiałowej stali AISI 420 oraz stopu EI961. Założenie takie stanowi daleko idące uproszczenie i wymagałoby znacznie bardziej szczegółowego uzasadnienia, zwłaszcza w kontekście analiz zmęczeniowych.

Pewne zastrzeżenia dotyczą również interpretacji procedur eksperymentalnych. W opisie badań zmęczeniowych wskazano, że naprężenia w próbce obliczano z prawa Hooke'a (strona 74). W przypadku prób prowadzonych przy kontrolowanym odkształceniu podejście takie jest niepoprawne, ponieważ odkształcenie całkowite zawiera zarówno składową sprężystą, jak i plastyczną. W takich warunkach naprężenia wyznacza się na podstawie siły i pola przekroju próbki, natomiast prawo Hooke'a pozwala jedynie wyznaczyć sprężystą część odkształcenia.

W trakcie analizy pracy zidentyfikowano również istotne braki w opisie metodyki badań eksperymentalnych. W szczególności (str. 74) wskazano, że do pomiaru odkształceń wykorzystano system wizyjny, jednak nie przedstawiono żadnych informacji dotyczących jego specyfikacji (rodzaj kamer, rozdzielczość, częstotliwość rejestracji, sposób przetwarzania obrazu). Dodatkowo badania prowadzono w różnych temperaturach, co w praktyce wymaga zastosowania specjalistycznych rozwiązań pomiarowych. Brak opisu tych zagadnień uniemożliwia ocenę wiarygodności uzyskanych wyników.

Kolejną wątpliwość budzi sposób prezentacji wyników badań zmęczeniowych. W tabeli 4.3 przedstawiono trwałość zmęczeniową w postaci wartości średnich, bez podania wyników poszczególnych prób. Podejście to odbiega od standardów analizy zmęczeniowej, gdzie kluczowe znaczenie ma rozrzut wyników. Ponadto nie wskazano rodzaju zastosowanej średniej, co w przypadku trwałości zmęczeniowej, analizowanej w skali logarytmicznej, ma istotne znaczenie dla interpretacji wyników.

Kolejną wątpliwość budzi sposób uwzględnienia naprężeń szczątkowych w analizach zmęczeniowych. W części poświęconej pomiarom dyfrakcyjnym nie określono jednoznacznie, która składowa tensora naprężenia została wyznaczona metodą dyfrakcji rentgenowskiej. Ma to istotne znaczenie w kontekście dalszego wykorzystania tych wartości w analizie zmęczeniowej, ponieważ w metodzie superpozycji należałoby najpierw uwzględnić odpowiednie składowe tensora naprężenia, a dopiero następnie wyznaczyć naprężenie zredukowane.

W pracy pojawiają się również liczne drobniejsze uchybienia redakcyjne i interpretacyjne, takie jak błędne oznaczenia osi na wykresach zmęczeniowych, nieprecyzyjne sformułowania językowe czy prezentowanie fragmentów kodu obliczeniowego do bardzo prostych procedur numerycznych. Zwraca uwagę także bardzo duża liczba wniosków końcowych (około czterdziestu), z których znaczna część ma charakter podsumowania przeprowadzonych analiz, a nie syntetycznych wniosków naukowych.

Wskazane powyżej nieścisłości mają charakter fundamentalny i wpływają na ocenę rzetelności zarówno części eksperymentalnej, jak i analitycznej pracy.

Należy również zauważyć, że znaczna część treści monografii odpowiada zagadnieniom wcześniej prezentowanym w publikacjach wchodzących w skład cyklu artykułów wskazanych przez Kandydata. W szczególności dotyczy to sposobu modelowania zmęczeniowego, wykorzystania uproszczonych zależności do estymacji parametrów modeli Mansona-Coffina-Basquina oraz Ramberga-Osgooda, a także porównania wyników obliczeń z danymi eksperymentalnymi.

W monografii rozszerzono te analizy o wyniki badań eksperymentalnych prowadzonych w różnych temperaturach, jednak zasadniczy wniosek pozostaje zbieżny z obserwacjami przedstawionymi w publikacjach, tj. wskazuje na istotne rozbieżności pomiędzy parametrami wyznaczonymi na podstawie uproszczonych zależności a wynikami uzyskanymi eksperymentalnie.

W konsekwencji monografia w znacznym stopniu stanowi rozwinięcie i uporządkowanie wcześniej prezentowanych wyników, przy czym zakres nowego wkładu badawczego jest ograniczony.

4.1.3. Wkład monografii w rozwój dyscypliny

Z punktu widzenia oceny osiągnięcia habilitacyjnego kluczowe jest określenie stopnia oryginalności przedstawionych wyników oraz ich znaczenia dla rozwoju dyscypliny naukowej. Przedstawiona monografia zawiera szeroki zakres analiz dotyczących trwałości zmęczeniowej łopatek sprężarek oraz obejmuje różnorodne aspekty związane z materiałem, warunkami pracy i technologią wykonania.

Znaczna część przedstawionych analiz opiera się jednak na zastosowaniu znanych modeli zmęczeniowych oraz standardowych narzędzi obliczeniowych, takich jak metoda elementów skończonych. W pracy wykorzystano klasyczne modele materiałowe, w tym równanie Mansona-Coffina-Basquina oraz model Ramberga-Osgooda, które zastosowano do analizy konkretnego przypadku konstrukcyjnego.

W rezultacie zasadniczy charakter przedstawionych badań ma przede wszystkim wymiar aplikacyjny, polegający na zastosowaniu znanych metod analitycznych i numerycznych do analizy wybranego elementu konstrukcyjnego. Praca nie wprowadza nowych modeli, metod analizy ani uogólnionych koncepcji badawczych, które mogłyby stanowić wyraźny wkład w rozwój teorii zmęczenia materiałów lub metod prognozowania trwałości elementów maszyn.

W konsekwencji wkład monografii w rozwój dyscypliny należy ocenić jako ograniczony.

4.1.4. Konkluzja dotycząca monografii

Podsumowując, monografia stanowi obszerne opracowanie dotyczące analizy trwałości zmęczeniowej łopatki sprężarki osiowej silnika lotniczego, obejmujące zarówno aspekty materiałowe, technologiczne, jak i obliczeniowe. Autor podejmuje próbę kompleksowego ujęcia problemu poprzez uwzględnienie wielu czynników wpływających na stan naprężenia i trwałość elementu.

Jednocześnie liczne nieścisłości w części teoretycznej dotyczącej zmęczenia materiałów, uproszczenia w modelowaniu materiału oraz problemy metodologiczne w interpretacji niektórych wyników powodują, że wartość naukowa przedstawionej monografii jest ograniczona. W mojej ocenie główną wartością pracy jest zebranie i uporządkowanie różnych aspektów analizy wytrzymałościowej łopatek sprężarek oraz przedstawienie przykładu ich zastosowania w analizie konkretnego elementu konstrukcyjnego, natomiast wkład tej pracy w rozwój dyscypliny naukowej należy ocenić jako ograniczony.

4.2. Cykl publikacji

Kandydat wskazał dziewięć publikacji stanowiących cykl prac powiązanych tematycznie, które mają dokumentować jego osiągnięcie naukowe. Do recenzji przekazano zarówno pliki PDF, jak i wersje drukowane publikacji odpowiadających pozycjom wymienionym w wykazie.

Należy jednak zauważyć, że dwa z przekazanych plików oraz ich wersje drukowane zawierają ten sam artykuł – załączniki za15_3 oraz za15_4 są identyczne, podczas gdy w wykazie publikacji wskazano dwie

różne prace. W konsekwencji jedna z publikacji wymienionych w wykazie nie była dostępna w przekazanej dokumentacji.

Ponadto jedna z przekazanych publikacji została dołączona w postaci niepełnej – załącznik za15_6 zawiera jedynie fragment artykułu (strony początkowe oraz końcowe), natomiast brak jest zasadniczej części pracy obejmującej opis metodyki badań oraz wyniki analizy. Analogiczne braki występują również w przekazanej wersji drukowanej tej publikacji.

Pozycja „Wpływ obciążeń aerodynamicznych na częstotliwość rezonansową sprężarki osiowej”, wskazana w wykazie jako element cyklu publikacji, została w przekazanej dokumentacji przedstawiona jedynie w postaci dwóch stron zawierających tytuły publikacji zamieszczonych w tomie „Współczesne wyzwania transportu i elektrotechniki. Tom 2”. Zarówno wersja elektroniczna, jak i przekazana wersja drukowana nie zawierają pełnego tekstu tej pracy, co uniemożliwia jej merytoryczną ocenę. Z opisu bibliograficznego wynika ponadto, że publikacja ta może stanowić rozdział w pracy zbiorowej lub tekst zamieszczony w tomie pokonferencyjnym posiadającym numer ISBN, a nie artykuł w czasopiśmie naukowym. W konsekwencji jej kwalifikacja jako elementu cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2b ustawy, pozostaje wątpliwa.

W związku z powyższym poniżej przedstawiono ocenę publikacji, które zostały faktycznie dołączone do materiałów przekazanych do recenzji w sposób umożliwiający ich analizę.

- 4.2.1. Publikacja: A. Bednarz: *Influence of the cyclic hardening model on the results of the numerical analysis of fatigue life on example of the compressor blade* (Journal of KONES Powertrain and Transport, 2019)

W publikacji podjęto zagadnienie wpływu modelu cyklicznego umocnienia materiału na wyniki numerycznej analizy trwałości zmęczeniowej łopatki sprężarki silnika lotniczego. Analizę przeprowadzono z wykorzystaniem metody elementów skończonych, natomiast trwałość zmęczeniową wyznaczono metodą ϵ -N na podstawie równania Mansona-Coffina-Basquina. Parametry materiałowe zostały oszacowane przy użyciu zależności empirycznych wykorzystujących dane ze statycznej próby rozciągania, a następnie zastosowane w analizie trwałości zmęczeniowej.

Zasadnicze zastrzeżenia dotyczą przyjętej metodologii obliczeń. W pracy zastosowano liniowo-sprężysty model materiału w analizie MES, a następnie – na podstawie uzyskanych naprężeń – wyznaczono odkształcenia całkowite z wykorzystaniem równania Ramberga-Osgooda. Takie podejście jest metodologicznie niespójne w przypadku występowania lokalnego uplastycznienia w strefie koncentracji naprężeń, jaką w analizowanym przypadku stanowi karb. W praktyce inżynierskiej w sytuacji stosowania liniowo-sprężystej analizy MES konieczne jest zastosowanie procedur korekcyjnych, takich jak reguła Neubergera lub metoda Glinki, które pozwalają uwzględnić lokalne uplastycznienie przy zachowaniu zgodności energetycznej pomiędzy stanem sprężystym i elasto-plastycznym. W analizowanej pracy procedura taka nie została zastosowana.

Istotne wątpliwości budzi również sposób wyznaczania parametrów modeli zmęczeniowych. W pracy wykorzystano uproszczone zależności empiryczne pozwalające estymować parametry modeli Ramberga-Osgooda oraz Mansona-Coffina-Basquina na podstawie danych ze statycznej próby rozciągania. Relacje tego typu mają charakter przybliżonych korelacji stosowanych w przypadku braku danych zmęczeniowych materiału i nie stanowią właściwej procedury identyfikacji parametrów modeli zmęczeniowych, które standardowo wyznacza się na podstawie badań zmęczeniowych przy kontrolowanym odkształceniu.

W części teoretycznej artykułu pojawiają się również nieścisłości dotyczące podstaw metod analizy zmęczeniowej. W szczególności przedstawiono mylące rozróżnienie pomiędzy metodami S-N i ϵ -N, sugerujące że model Manson-Coffin-Basquin, w przeciwieństwie do krzywej Wöhlera, jest wyznaczany na podstawie danych zmęczeniowych materiału. W rzeczywistości zarówno krzywe S-N, jak i ϵ -N są wyznaczane na podstawie danych z badań zmęczeniowych, różnią się natomiast charakterem

kontrolowanego parametru (naprężenie w metodzie S-N oraz odkształcenie w metodzie ϵ -N). Analiza przedstawionej metodologii wskazuje ponadto na istotne nieścisłości w rozumieniu podstawowych procedur stosowanych w analizie zmęczeniowej. W pracy mieszane są pojęcia i procedury właściwe dla metod S-N i ϵ -N, a także rola modeli materiałowych, takich jak równanie Ramberga-Osgooda, które w artykule traktowane jest jako prosty sposób przeliczenia wyników analizy sprężystej.

Dodatkowo należy zauważyć, że wyniki obliczeń numerycznych różnią się od wyników eksperymentalnych nawet o rząd wielkości. Tak duża rozbieżność wskazuje na zasadnicze problemy z przyjętą metodologią modelowania, jednak w pracy nie przeprowadzono pogłębionej analizy przyczyn tych różnic ani weryfikacji poprawności zastosowanego modelu obliczeniowego.

W konsekwencji przedstawiona publikacja ma przede wszystkim charakter aplikacyjny i polega na zastosowaniu znanych modeli zmęczeniowych do analizy konkretnego elementu konstrukcyjnego. Ze względu na wskazane błędy metodologiczne oraz brak nowych rozwiązań w zakresie modelowania trwałości zmęczeniowej, wkład tej pracy w rozwój dyscypliny naukowej, inżynierii mechanicznej, należy ocenić jako ograniczony.

4.2.2. Publikacja: A. Bednarz: *Influence of the Amplitude of Resonance Vibrations on Fatigue Life of a Compressor Blade with Simulated FOD Damage* (Advances in Science and Technology Research Journal, 2020)

W publikacji podjęto zagadnienie wpływu amplitudy drgań rezonansowych na trwałość zmęczeniową łopatkę sprężarki z uszkodzeniem typu FOD (foreign object damage). Analiza została przeprowadzona z wykorzystaniem metody elementów skończonych. W pierwszym etapie wykonano symulację powstania karbu w wyniku uderzenia twardego obiektu, co pozwoliło określić rozkład naprężeń szczytkowych oraz deformacji plastycznych w strefie uszkodzenia. Następnie przeprowadzono analizę harmoniczną drgań łopatkę oraz numeryczną analizę zmęczeniową metodą ϵ -N, wykorzystując różne modele materiałowe, modele cyklicznego umocnienia oraz korekcje naprężeń średnich.

Podobnie jak w poprzedniej analizowanej publikacji, zasadnicze zastrzeżenia dotyczą przyjętej metodologii obliczeń zmęczeniowych. Analiza drgań została wykonana w modelu liniowo-sprężystym, a następnie odkształcenia całkowite wyznaczono z wykorzystaniem równania Ramberga-Osgooda. W pracy stwierdzono, że ponieważ analiza rezonansowa prowadzona jest w modelu liniowo-sprężystym, zastosowanie równania Ramberga-Osgooda pozwala uwzględnić efekty plastyczne. Podejście takie jest jednak metodologicznie wątpliwe. Równanie Ramberga-Osgooda nie stanowi procedury konwersji wyników analizy sprężystej na stan elasto-plastyczny w strefie koncentracji naprężeń. W przypadku stosowania liniowo-sprężystej analizy MES konieczne jest zastosowanie odpowiednich procedur korekcyjnych (np. reguły Neubergera lub metody Glinki) albo bezpośrednie przeprowadzenie analizy elasto-plastycznej.

Istotne wątpliwości budzi również sposób wyznaczania parametrów modeli zmęczeniowych. W pracy wykorzystano liczne zależności empiryczne pozwalające estymować parametry modeli zmęczeniowych na podstawie danych ze statycznej próby rozciągania. Relacje tego typu mają charakter przybliżonych korelacji stosowanych w przypadku braku danych zmęczeniowych materiału i nie stanowią właściwej metody identyfikacji parametrów modeli Ramberga-Osgooda oraz Mansona-Coffina-Basquina, które standardowo wyznacza się na podstawie badań zmęczeniowych przy kontrolowanym odkształceniu.

Dodatkowym problemem pracy jest nieczytelny opis przyjętej procedury obliczeniowej. W artykule przedstawiono rozkłady maksymalnego naprężenia głównego σ_1 , jednak nie określono jednoznacznie, jaka składowa naprężenia została wykorzystana w analizie zmęczeniowej. Nie opisano również w sposób jednoznaczny procedury uwzględnienia naprężeń szczytkowych powstałych podczas formowania karbu ani sposobu ich uwzględnienia przy wyznaczaniu naprężenia średniego w cyklu

obciążenia. Brak tych informacji utrudnia ocenę poprawności przedstawionej metodologii oraz odtworzenie przeprowadzonych obliczeń.

Porównanie wyników obliczeń numerycznych z wynikami badań eksperymentalnych wykazuje ponadto istotne rozbieżności. W analizowanym przypadku liczba cykli do inicjacji pęknięcia wyznaczona numerycznie jest kilkukrotnie większa niż wartość uzyskana w badaniach eksperymentalnych. Tak duża różnica wskazuje na ograniczoną wiarygodność zastosowanej procedury modelowania.

W konsekwencji publikacja ma charakter głównie aplikacyjny i polega na zastosowaniu znanych modeli zmęczeniowych do analizy konkretnego elementu konstrukcyjnego. Ze względu na wskazane problemy metodologiczne oraz brak nowych rozwiązań w zakresie modelowania trwałości zmęczeniowej wkład tej pracy w rozwój inżynierii mechanicznej należy ocenić jako ograniczony.

4.2.3. Publikacja: Arkadiusz Bednarz, Wojciech Z. Misiolek: *Assessment of the Impact of Shot-Peening on the Fatigue Life of a Compressor Blade Subjected to Resonance Vibrations*, Materials, 2020

Celem pracy, zgodnie z deklaracją autora, jest ocena wpływu obróbki powierzchniowej typu shot-peening na trwałość zmęczeniową łopatki sprężarki pracującej w warunkach drgań rezonansowych. W artykule przedstawiono analizę numeryczną stanu naprężenia w łopatce z karbem oraz wyniki obserwacji metalograficznych mających na celu określenie grubości warstwy uplastycznionej powstałej w wyniku kulowania. Do prognozowania trwałości zmęczeniowej zastosowano podejście odkształceniowe ϵ - N , wykorzystujące modele Mansona-Coffina-Basquina oraz Ramberga-Osgooda.

Podjęta tematyka jest istotna z punktu widzenia inżynierii mechanicznej i lotniczej, jednak przedstawiona metodyka analizy budzi poważne zastrzeżenia. W pracy pole naprężeń wykorzystane w analizie zmęczeniowej zostało wyznaczone na podstawie liniowo-sprężystej analizy MES. Następnie, na podstawie tych naprężeń, wyznaczono amplitudę odkształcenia całkowitego przy użyciu zależności Ramberga-Osgooda, a trwałość zmęczeniową oszacowano przy użyciu modelu Mansona-Coffina-Basquina. Taka procedura jest metodologicznie wątpliwa w przypadku sytuacji, gdy poziom naprężeń zbliża się do granicy plastyczności materiału. W takich przypadkach właściwe podejście wymaga zastosowania modelu sprężysto-plastycznego bezpośrednio w analizie MES lub wykorzystania uznanych metod korekcyjnych lokalnego stanu naprężenia i odkształcenia (np. korekcji Neuber). Zastosowane w pracy podejście może prowadzić do fizycznie niespójnego opisu stanu naprężenia i odkształcenia, a w konsekwencji do niewiarygodnych prognoz trwałości zmęczeniowej.

Istotnym ograniczeniem pracy jest również sposób przyjęcia stałych materiałowych w modelach zmęczeniowych. Parametry modeli Mansona-Coffina-Basquina oraz Ramberga-Osgooda nie zostały wyznaczone eksperymentalnie dla analizowanego materiału, lecz zostały zaczerpnięte z wcześniejszych publikacji i wykorzystane w postaci wartości uśrednionych. Takie uśrednianie parametrów zmęczeniowych bez jednoznacznego uzasadnienia dotyczącego stanu materiału, sposobu obciążenia oraz procedury identyfikacji może prowadzić do znacznych błędów w prognozowaniu trwałości zmęczeniowej.

Kolejnym problemem metodologicznym jest sposób uwzględnienia naprężeń szczytkowych powstałych w wyniku kulowania. W analizie przyjęto określony zakres wartości naprężeń szczytkowych, jednak w pracy nie przedstawiono sposobu ich wyznaczenia ani rozkładu przestrzennego czy składowych tensora naprężenia. Ponadto opis sposobu wprowadzenia tych naprężeń do obliczeń zmęczeniowych pozostaje niejednoznaczny. Na podstawie przedstawionego opisu nie jest jasne, czy superpozycja naprężeń eksploatacyjnych i szczytkowych została przeprowadzona na poziomie składowych tensora naprężenia, czy też w sposób uproszczony z wykorzystaniem naprężeń zredukowanych.

Należy również zauważyć, że deklarowany w pracy cel, polegający na ocenie wpływu procesu shot-peening na trwałość zmęczeniową łopatki sprężarki, nie został w istocie zrealizowany. W przedstawionej analizie wpływ kulowania został sprowadzony do przyjęcia hipotetycznych wartości naprężeń szczątkowych w obliczeniach zmęczeniowych, bez ich pomiaru ani identyfikacji rzeczywistego rozkładu w materiale. W konsekwencji praca nie stanowi bezpośredniej oceny wpływu procesu shot-peening na trwałość zmęczeniową elementu, lecz jedynie analizę parametryczną wpływu przyjętych wartości naprężeń szczątkowych na wynik prognozy trwałości.

W pracy przedstawiono również wyniki badań metalograficznych dotyczących wielkości ziarna oraz grubości warstwy uplastycznionej po kulowaniu. Choć obserwacje te dostarczają interesujących informacji o mikrostrukturze materiału, nie zostały one w sposób ilościowy wykorzystane w modelu obliczeniowym. W konsekwencji część eksperymentalna nie stanowi bezpośredniej kalibracji ani walidacji przyjętego modelu zmęczeniowego.

Podsumowując, mimo że publikacja podejmuje istotny problem inżynierski, zastosowana metodyka prognozowania trwałości zmęczeniowej oraz sposób uwzględnienia naprężeń szczątkowych budzą poważne wątpliwości dotyczące wiarygodności uzyskanych wyników. Wskazane ograniczenia metodologiczne w istotny sposób osłabiają wartość naukową przedstawionych rezultatów oraz ich znaczenie dla rozwoju dyscypliny inżynierii mechanicznej.

4.2.4. Publikacja: Bednarz A., Puchała K., Sałaciński M., Hutsaylyuk V.: *Numerical Investigation of the Influence of Aerodynamic Loads on the Resonant Frequency of a Compressor Blade Made of EI-961 Alloy*, Materials, 2022

Publikacja dotyczy numerycznej analizy wpływu obciążeń aerodynamicznych oraz prędkości obrotowej wirnika na częstotliwości rezonansowe łopatki sprężarki silnika turbinowego. W pracy zastosowano sprzężoną analizę przepływowo-strukturalną (FSI), w której rozkład ciśnień aerodynamicznych wyznaczony metodą CFD został wykorzystany jako obciążenie w analizie strukturalnej i modalnej łopatki sprężarki.

Podjęta tematyka jest istotna z punktu widzenia projektowania elementów silników lotniczych, ponieważ właściwe określenie częstotliwości rezonansowych łopatek sprężarki ma znaczenie dla bezpieczeństwa eksploatacji silników turbinowych oraz dla oceny ryzyka wystąpienia drgań rezonansowych. W pracy przedstawiono analizę numeryczną konkretnej łopatki sprężarki silnika PZL-10W oraz porównano wyniki obliczeń analitycznych, numerycznych i eksperymentalnych.

Należy jednak zauważyć, że zastosowane w pracy podejście obliczeniowe opiera się na standardowych metodach powszechnie stosowanych w inżynierii mechanicznej, takich jak analiza MES, analiza CFD oraz sprzężenie typu fluid-structure interaction. Metody te są szeroko opisane w literaturze i stanowią standardowe narzędzia analizy konstrukcji lotniczych. W pracy nie zaproponowano nowych metod modelowania ani nowych procedur obliczeniowych.

Ponadto uzyskane wyniki wskazują, że wpływ obciążeń aerodynamicznych na częstotliwości rezonansowe analizowanej łopatki jest niewielki w porównaniu z wpływem sił odśrodkowych wynikających z prędkości obrotowej wirnika. Oznacza to, że przedstawione rezultaty mają przede wszystkim charakter studium przypadku dla konkretnej konstrukcji łopatki sprężarki.

W konsekwencji należy stwierdzić, że publikacja ma charakter aplikacyjny i przedstawia przykład zastosowania znanych metod obliczeniowych do analizy konkretnego elementu konstrukcyjnego. Wkład pracy w rozwój metod analizy konstrukcji w dyscyplinie inżynieria mechaniczna należy ocenić jako ograniczony

4.2.5. Publikacja: Bednarz A., Kabalyk K., Jakubowski R., Bartłomowicz R.: *Numerical Study on Sensitivity of Turbofan Engine Performance to Blade Count of Centrifugal Compressor Impeller*, Energies, 2023

Publikacja dotyczy analizy wpływu liczby łopatek wirnika sprężarki promieniowej na parametry pracy silnika turbofan. Przedstawione w pracy badania koncentrują się na modelowaniu pracy silnika oraz analizie zmian jego parametrów eksploatacyjnych, takich jak ciąg oraz jednostkowe zużycie paliwa.

Zakres pracy dotyczy zatem zagadnień związanych z modelowaniem parametrów pracy silnika turbinowego oraz aerodynamiką sprężarki. W pracy nie analizowano zagadnień wytrzymałości zmęczeniowej elementów sprężarki.

W związku z tym należy stwierdzić, że tematyka publikacji nie jest bezpośrednio związana z problematyką wytrzymałości zmęczeniowej sprężarki silnika lotniczego, która stanowi zasadniczy temat osiągnięcia naukowego wskazanego przez Kandydata. Z tego względu włączenie tej publikacji do cyklu prac dokumentujących wskazane osiągnięcie naukowe należy uznać za nieuzasadnione.

4.2.6. Publikacja: Bednarz A., Sęp J., Bartłomowicz R., Jaworski J., Wójcik A.: *Analysis of the effects of simplifications on the state of loads in a centrifugal compressor*, Scientific Reports, vol 12,16892 (2022);

Publikacja dotyczy analizy wpływu uproszczeń modelowania obciążeń aerodynamicznych i bezwładnościowych na stan naprężeń i odkształceń wirnika sprężarki odśrodkowej. W pracy zastosowano podejście numeryczne obejmujące analizę przepływu (CFD), analizę wytrzymałościową (FEM) oraz ich sprzężenie w ramach analizy FSI (fluid-structure interactions).

Autorzy analizują różne warianty modelowania obciążeń i porównują ich wpływ na wyniki obliczeń, wskazując m.in. na ograniczony wpływ obciążeń aerodynamicznych na całkowity stan naprężenia oraz możliwość stosowania uproszczonych modeli w analizach projektowych.

Praca została poprawnie przeprowadzona od strony numerycznej i ma charakter analizy porównawczej opartej na znanych metodach obliczeniowych. Nie wprowadza nowych modeli ani metodologii, a jej wyniki mają głównie charakter aplikacyjny.

Należy jednak podkreślić, że tematyka publikacji nie jest bezpośrednio związana z deklarowanym osiągnięciem naukowym kandydata, które dotyczy wytrzymałości zmęczeniowej sprężarki. Przedstawiona praca koncentruje się na stanie naprężeń i odkształceń w analizach statycznych oraz na ocenie uproszczeń modelowych, nie obejmuje natomiast zagadnień trwałości zmęczeniowej, inicjacji i propagacji pęknięć ani analizy życia zmęczeniowego.

W konsekwencji związek tej publikacji z tytułem osiągnięcia naukowego należy uznać za pośredni i ograniczony. Może ona stanowić jedynie uzupełniający element tła obliczeniowego, nie zaś kluczowy składnik cyklu prac dotyczących wytrzymałości zmęczeniowej.

4.3. Ocena cyklu publikacji jako całości i jego wkładu w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna

Przedstawiony przez Kandydata cykl publikacji obejmuje prace dotyczące analiz numerycznych wybranych zagadnień związanych z pracą sprężarek silników turbinowych oraz drgań łopatek sprężarki. Część publikacji dotyczy modelowania drgań łopatek i ich trwałości zmęczeniowej, natomiast inne koncentrują się na analizie parametrów pracy silnika lub zagadnieniach aerodynamicznych związanych z pracą sprężarki.

Na wstępie należy zaznaczyć, że z uwagi na braki w przekazanej dokumentacji nie wszystkie publikacje wskazane przez Kandydata mogły zostać poddane pełnej ocenie. W konsekwencji rzeczywista analiza dotyczy jedynie części prac wchodzących w skład cyklu.

Na podstawie przeprowadzonej analizy należy stwierdzić, że cykl publikacji nie stanowi w pełni spójnego tematycznie zestawu prac naukowych rozwijających jeden jasno zdefiniowany problem badawczy. W części publikacji analizowane są zagadnienia wytrzymałości zmęczeniowej łopatek sprężarki, natomiast inne prace dotyczą przede wszystkim modelowania parametrów pracy silnika turbinowego lub analiz aerodynamicznych sprężarki. W konsekwencji część publikacji ma jedynie pośredni związek z tematem osiągnięcia naukowego określonego przez Kandydata jako „Ocena wpływu warunków pracy, geometrii i technologii wykonania na wytrzymałość zmęczeniową sprężarki z silnika lotniczego”, a jedna z publikacji nie jest z tym zagadnieniem związana bezpośrednio.

Istotnym problemem jest również poziom metodologiczny części analiz przedstawionych w publikacjach dotyczących trwałości zmęczeniowej łopatek sprężarki. W pracach tych zastosowano uproszczone podejście obliczeniowe polegające na wykorzystaniu liniowo-sprężystej analizy MES do wyznaczenia naprężeń, a następnie przeliczeniu ich na odkształcenia z wykorzystaniem zależności Ramberga-Osgooda w celu zastosowania modeli zmęczeniowych typu ϵ -N. Takie podejście stanowi istotne uproszczenie metodyczne i nie odpowiada standardowym procedurom stosowanym w analizach zmęczeniowych elementów konstrukcyjnych pracujących w zakresie odkształceń sprężysto-plastycznych.

Ponadto w analizowanych pracach stosowane są dodatkowe uproszczenia dotyczące m.in. przyjmowania wartości parametrów materiałowych na podstawie zależności empirycznych lub danych literaturowych, a także uproszczonego uwzględniania naprężeń szczytkowych. W rezultacie przedstawione modele obliczeniowe mają charakter przybliżony, a ich wartość poznawcza w kontekście rozwoju metod analizy trwałości zmęczeniowej jest ograniczona.

Należy również zauważyć, że w analizowanych publikacjach nie zaproponowano nowych metod obliczeniowych ani nowych modeli analizy zmęczeniowej. Przedstawione prace opierają się głównie na zastosowaniu znanych narzędzi numerycznych oraz standardowych modeli opisanych w literaturze.

Dodatkowo, jak wskazano w ocenie monografii, znaczna część analiz przedstawionych w publikacjach została rozwinięta i powtórzona w monografii habilitacyjnej, przy czym zakres nowego wkładu badawczego jest ograniczony.

W konsekwencji należy stwierdzić, że przedstawiony cykl publikacji ma w dużej mierze charakter aplikacyjny i przedstawia przykłady zastosowania znanych metod obliczeniowych do analizy wybranych elementów silnika lotniczego. Na podstawie przeprowadzonej analizy nie można jednak uznać, że cykl publikacji stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna w zakresie metod analizy trwałości zmęczeniowej elementów sprężarek silników lotniczych.

4.4. Oryginalne osiągnięcie projektowe

Kandydat wskazał jako element osiągnięcia naukowego autorski projekt pt. „Turboalternator lotniczy zintegrowany z bębniem/wałem i statorem sprężarki”, zrealizowany w latach 2021–2022 w ramach programu „Inkubator Innowacyjności 4.0”. Projekt dotyczy koncepcji integracji generatora elektrycznego z zespołem wirnikowym sprężarki silnika turbinowego, w którym energia elektryczna miałaby być wytwarzana w wyniku ruchu obrotowego elementów sprężarki.

W przedstawionej dokumentacji zaprezentowano ogólną koncepcję rozwiązania oraz wizualizację 3D proponowanej konstrukcji. Ponadto zamieszczono fotografię demonstratora laboratoryjnego urządzenia. Materiały te mają jednak charakter poglądowy i nie stanowią pełnej dokumentacji projektowej opracowanego rozwiązania.

W szczególności w opisie projektu nie przedstawiono szczegółowego projektu konstrukcyjnego urządzenia ani analizy technicznej proponowanego rozwiązania, obejmującej m.in. modelowanie

zjawisk fizycznych zachodzących w generatorze, analizę energetyczną układu czy ocenę wpływu proponowanej konstrukcji na pracę sprężarki silnika turbinowego.

Ponadto w dokumentacji nie przedstawiono wyników badań eksperymentalnych pozwalających na ocenę rzeczywistych parametrów pracy urządzenia. Zaprezentowano jedynie fotografię demonstratora laboratoryjnego, bez przedstawienia charakterystyk pracy generatora, wyników pomiarów czy weryfikacji eksperymentalnej potwierdzającej jego działanie.

Dodatkowo z przedstawionego opisu wynika, że projekt został zrealizowany przez zespół pięcioosobowy, w którym Kandydat pełnił rolę lidera zespołu i wykonawcy. W dokumentacji nie przedstawiono jednak szczegółowego określenia zakresu prac poszczególnych członków zespołu ani jednoznacznego wskazania, które elementy opracowanego rozwiązania stanowią indywidualny wkład Kandydata.

Należy również podkreślić, że zakres projektu dotyczy integracji generatora elektrycznego z zespołem sprężarki silnika turbinowego i nie odnosi się bezpośrednio do zagadnień wytrzymałości zmęczeniowej elementów sprężarki. Tymczasem zasadniczym tematem osiągnięcia naukowego wskazanego przez Kandydata jest „Ocena wpływu warunków pracy, geometrii i technologii wykonania na wytrzymałość zmęczeniową sprężarki z silnika lotniczego”. W związku z tym przedstawiony projekt pozostaje jedynie luźno związany z problematyką określoną w tytule osiągnięcia naukowego.

W konsekwencji przedstawiony projekt należy traktować przede wszystkim jako koncepcję rozwiązania technicznego o charakterze aplikacyjnym. Na podstawie przedstawionych materiałów trudno jednak uznać, że stanowi on samodzielne osiągnięcie naukowe w rozumieniu postępowania habilitacyjnego w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

4.5. Podsumowanie oceny osiągnięcia naukowego

Na podstawie przeprowadzonej analizy należy stwierdzić, że przedstawione przez Kandydata materiały obejmujące monografię, cykl publikacji oraz osiągnięcie projektowe nie tworzą jednego spójnego osiągnięcia naukowego rozwijającego jasno zdefiniowany problem badawczy. Poszczególne elementy wskazane przez Kandydata dotyczą różnych zagadnień związanych z pracą sprężarek i silników turbinowych, a ich związek z głównym tematem osiągnięcia określonym jako „Ocena wpływu warunków pracy, geometrii i technologii wykonania na wytrzymałość zmęczeniową sprężarki z silnika lotniczego” jest w wielu przypadkach jedynie pośredni lub nie występuje.

Monografia zawiera liczne uproszczenia i nieścisłości w zakresie przedstawienia metod analizy zmęczeniowej, natomiast część publikacji wchodzących w skład cyklu dotyczy zagadnień jedynie luźno związanych z trwałością zmęczeniową elementów sprężarki. Ponadto w części prac zastosowano uproszczone podejście metodologiczne w analizach zmęczeniowych. Przedstawione osiągnięcie projektowe ma natomiast charakter koncepcji rozwiązania technicznego i nie zawiera wyników badań naukowych pozwalających na jego pełną ocenę.

W rezultacie przedstawiony przez Kandydata zestaw prac ma w dużej mierze charakter aplikacyjny i nie stanowi spójnego osiągnięcia naukowego rozwijającego w sposób istotny metody analizy trwałości zmęczeniowej elementów sprężarek silników lotniczych. W związku z tym trudno uznać, że przedstawione osiągnięcie spełnia kryterium znaczącego wkładu w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna. Przedstawione osiągnięcie naukowe nie daje podstaw do jego wyróżnienia.

5. Informacja o spełnieniu przez kandydata kryterium dotyczącego wykazania się istotną aktywnością naukową

Z przedstawionej dokumentacji wynika, że Kandydat prowadzi działalność naukową w obszarze zagadnień związanych z analizą pracy sprężarek silników turbinowych, modelowaniem zjawisk aerodynamicznych oraz analizą drgań i wytrzymałości elementów maszyn wirnikowych.

Istotnym elementem aktywności naukowej Kandydata był kilkumiesięczny pobyt badawczy na Lehigh University (USA) w ramach programu Fulbright Junior Research Award, podczas którego prowadzone były badania dotyczące modelowania obciążeń aerodynamicznych oraz ich wpływu na stan naprężeń elementów sprężarek. Należy jednak zauważyć, że pobyt ten miał miejsce przed uzyskaniem przez Kandydata stopnia doktora w 2019 roku.

Po uzyskaniu stopnia doktora Kandydat podejmował współpracę z zagranicznymi ośrodkami akademickimi, m.in. z Sudwestfalen Fachhochschule w Soest (Niemcy) w ramach programu Erasmus+. Pobyt ten miał jednak charakter krótkoterminowy (ok. tygodniowy) i obejmował głównie działalność dydaktyczną oraz nawiązanie kontaktów naukowych. W dokumentacji wskazano również współpracę z University of São Paulo (Brazylia), której efektem było m.in. wspólne wystąpienie konferencyjne.

Kandydat współpracował także z krajowymi ośrodkami naukowymi, m.in. z Politechniką Łódzką oraz Wojskową Akademią Techniczną, czego efektem były wspólne publikacje naukowe oraz prace badawcze dotyczące modelowania pracy sprężarek i analiz numerycznych elementów maszyn wirnikowych.

Kandydat uczestniczył również w konferencjach naukowych krajowych i międzynarodowych. Należy jednak zauważyć, że znaczna część wskazanych wystąpień konferencyjnych miała miejsce przed uzyskaniem stopnia doktora (2019 r.). Po uzyskaniu stopnia doktora Kandydat uczestniczył w kilku konferencjach naukowych, w tym m.in. w konferencjach European KONES, Fatigue Design and Materials Defects, AIAA Propulsion and Energy Forum, TransComp oraz SolMech.

Na podstawie przedstawionych informacji można stwierdzić, że Kandydat wykazuje aktywność naukową w dyscyplinie inżynieria mechaniczna oraz utrzymuje kontakty naukowe z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami akademickimi. Skala tej aktywności, szczególnie w okresie po uzyskaniu stopnia doktora, ma jednak w dużej mierze charakter współpracy naukowej i kontaktów akademickich, a w mniejszym stopniu dłuższych staży badawczych lub wspólnych projektów badawczych.

W mojej ocenie Kandydat spełnia kryterium wykazania się istotną aktywnością naukową, choć skala tej aktywności po uzyskaniu stopnia doktora nie jest szczególnie rozbudowana.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę kandydata do stopnia doktora habilitowanego

Z przedstawionej dokumentacji wynika, że Kandydat prowadzi działalność dydaktyczną na Politechnice Rzeszowskiej od 2014 roku. W tym okresie prowadził zajęcia dydaktyczne w formie wykładów, ćwiczeń, laboratoriów oraz projektów z licznych przedmiotów związanych z wytrzymałością materiałów, mechaniką konstrukcji, zmęczeniem materiałów oraz budową i projektowaniem silników lotniczych.

Kandydat prowadził również zajęcia dla studentów zagranicznych w języku angielskim w ramach programu Erasmus oraz odbył krótkoterminowe staże dydaktyczne w uczelniach zagranicznych.

W zakresie działalności dydaktycznej Kandydat sprawował opiekę nad pracami dyplomowymi studentów, pełniąc funkcję promotora prac inżynierskich i magisterskich oraz recenzenta prac dyplomowych.

W obszarze działalności organizacyjnej Kandydat uczestniczył w przygotowaniu programu studiów podyplomowych oraz w pracach związanych z przygotowaniem programu kształcenia na kierunku Lotnictwo i Kosmonautyka. Ponadto brał udział w organizacji konferencji naukowych oraz w działalności recenzenckiej - w latach 2019-2025 wykonał ponad 50 recenzji artykułów naukowych dla czasopism z zakresu mechaniki, inżynierii materiałowej i lotnictwa.

Z przedstawionej dokumentacji wynika również udział Kandydata w realizacji projektów badawczych i badawczo-przemysłowych, w tym jako kierownik kilku projektów realizowanych we współpracy z przemysłem oraz instytucjami badawczymi. Kandydat brał także udział w projektach finansowanych ze środków krajowych i europejskich.

Kandydat otrzymał także kilka nagród i wyróżnień, w tym nagrody rektorskie za działalność naukową oraz wyróżnienia związane z działalnością innowacyjną.

Na podstawie przedstawionych informacji można stwierdzić, że Kandydat wykazuje aktywność dydaktyczną, organizacyjną oraz zawodową typową dla pracownika uczelni technicznej na stanowisku adiunkta.

7. Wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny dokumentacja obejmuje monografię, cykl publikacji naukowych oraz osiągnięcie projektowe wskazane przez Kandydata jako osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego.

Na podstawie przeprowadzonej analizy należy stwierdzić, że wskazane przez Kandydata elementy nie tworzą jednego spójnego osiągnięcia naukowego rozwijającego w sposób konsekwentny jasno zdefiniowany problem badawczy. Poszczególne składowe dorobku dotyczą różnych zagadnień związanych z analizą pracy sprężarek i silników turbinowych, a ich związek z tematem osiągnięcia określonym jako „Ocena wpływu warunków pracy, geometrii i technologii wykonania na wytrzymałość zmęczeniową sprężarki z silnika lotniczego” jest w wielu przypadkach jedynie pośredni lub nie występuje.

Jak wykazano w punktach 4.1 i 4.3 niniejszej recenzji, zarówno monografia, jak i cykl publikacji mają w przeważającej mierze charakter aplikacyjny. W przedstawionych pracach Kandydat wykorzystuje przede wszystkim znane modele obliczeniowe oraz standardowe narzędzia analizy numerycznej stosowane w mechanice konstrukcji. Przedstawione analizy polegają głównie na zastosowaniu istniejących modeli zmęczeniowych i wariantowym wykonywaniu obliczeń numerycznych dla wybranych konfiguracji obciążenia lub parametrów geometrycznych.

Nie zidentyfikowano natomiast propozycji nowych modeli obliczeniowych, nowych metod badawczych ani oryginalnych podejść metodologicznych w zakresie analizy trwałości zmęczeniowej elementów sprężarek silników lotniczych. Dodatkowo, w części prac zastosowane podejście obliczeniowe zawiera istotne uproszczenia metodologiczne oraz nieścisłości, które ograniczają wiarygodność i wartość poznawczą przedstawionych wyników.

Przedstawione osiągnięcie projektowe ma natomiast charakter koncepcji rozwiązania technicznego i nie zawiera wyników badań naukowych pozwalających na jego pełną ocenę jako samodzielnego osiągnięcia naukowego. Dodatkowo zakres tego projektu pozostaje jedynie luźno związany z problematyką trwałości zmęczeniowej sprężarki silnika lotniczego wskazaną w tytule osiągnięcia naukowego.

W rezultacie przedstawione przez Kandydata osiągnięcie nie może być uznane za znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna w rozumieniu art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Biorąc pod uwagę powyższe, nie popieram wniosku o nadanie dr. inż. Arkadiuszowi Bednarzowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Signature Not Verified

Dokument podpisany przez
Aleksander Karolczuk

Data: 2026.03.19 18:32:27 CET

Aleksander Karolczuk